

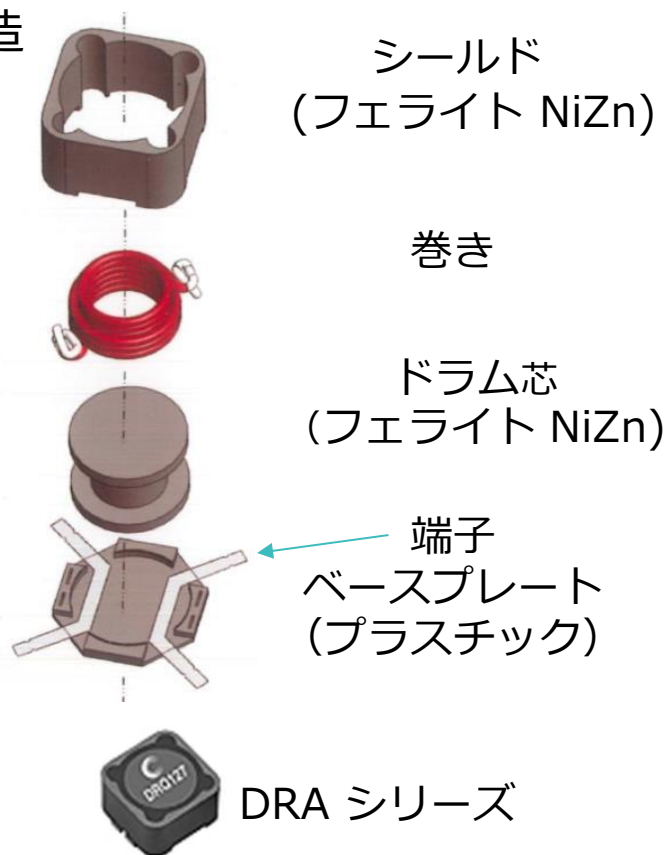
EAT•N

Powering Business Worldwide

インダクタ 選択ガイド

フェライト芯

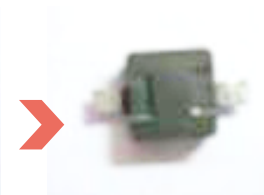
構造



紛芯



巻き取り



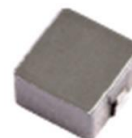
プレス



曲げ



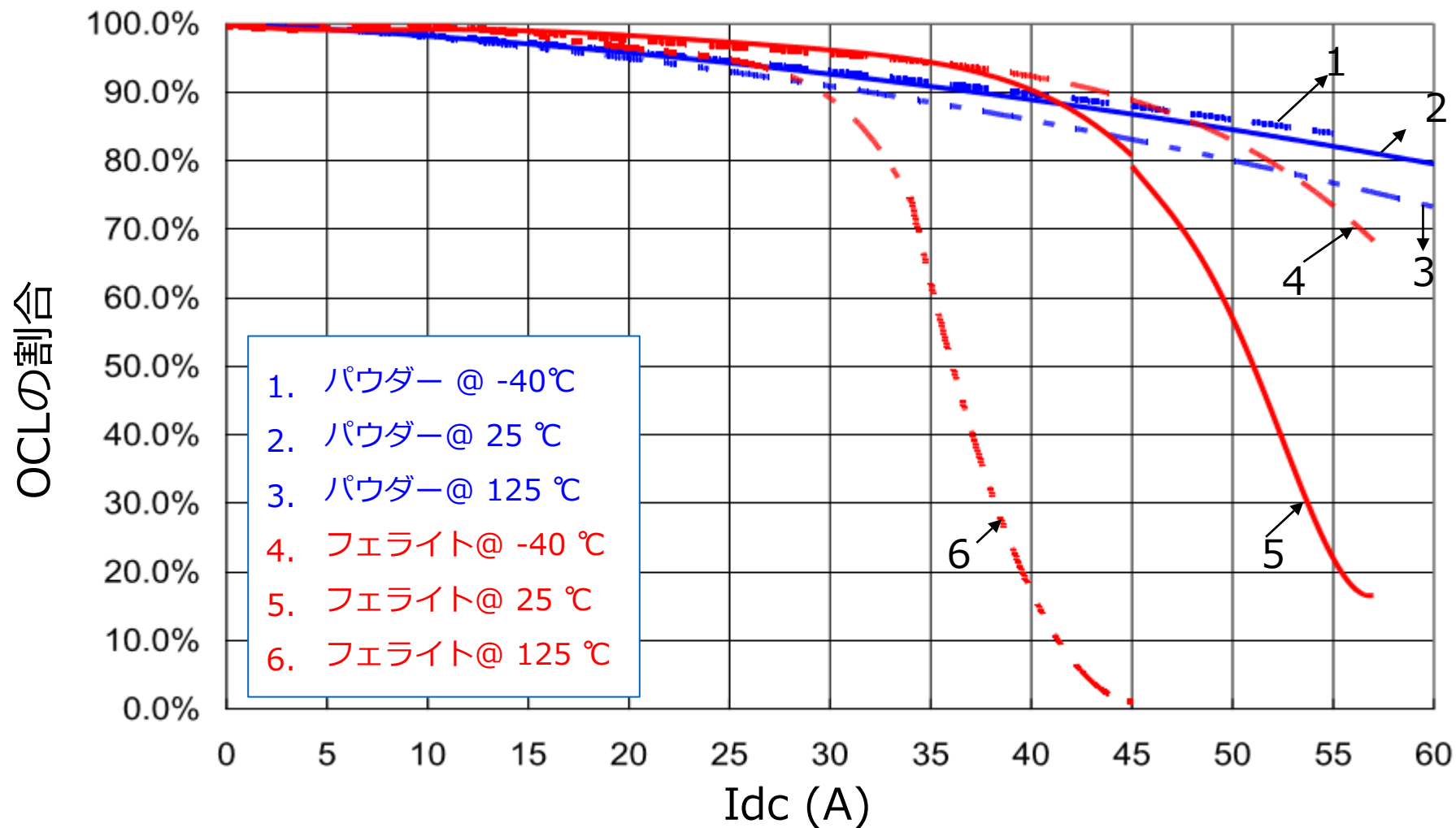
断面図



HCMA / HCM1A / MPIA シリーズ



フェライトと鉄粉の性能比較



鉄粉は温度に対してより安定している



フェライト芯	圧粉芯
高効率	高い電力密度 高いIrmsとIsat
飽和前のフラットロールオフ 低リップル電流	優れた温度安定性 優れたEMIシールド
20年以上利用されてきた 信頼性の高さ	ソフトなロールオフ 優れた過負荷能力
広いインダクタンス範囲 (0.33uH~1000uH) SEPICトポロジ用パッケージ内のデュ アル・インダクタ	サイズ、性能、コストの最適化 (2.5x2.0, 4x4, 5x5, 7x7, 8x8, 10x10 ...)



インダクタのデータシートの読み方

Description

- Halogen Free
- 125°C maximum total temperature operation ?
- 7.4 x 7.0 x 3.0mm maximum surface mount package
- Powder iron core material ?
- Magnetically shielded, low EMI ?
- High current carrying capacity, Low core losses ?
- Inductance range from 0.15 μ H to 10.0 μ H
- Current range from 3.2 to 52 Amps
- Frequency range up to 5MHz
- RoHS compliant

Environmental Data

- Storage temperature range: -55°C to +125 °C
- Operating temperature range: -55°C to +125°C (ambient plus self-temperature rise)
- Solder reflow temperature: J-STD-020D compliant

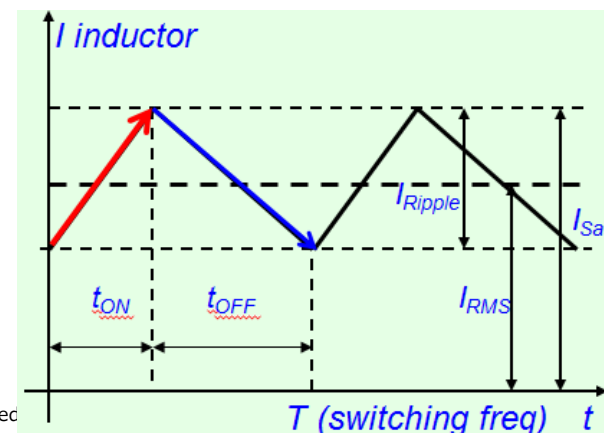
Packaging

- Supplied in tape and reel packaging, 1,500 parts per 13" diameter reel

Product Specifications

Part Number ⁶	OCL ¹ (μ H) $\pm 20\%$	FLL min, ² (μ H) ?	I_{rms} ³ (Amps)	I_{sat} ⁴ @ 25°C (Amps)	DCR (m Ω) @ 20°C (Typical)	DCR (m Ω) @ 20°C (Maximum)	K-factor ⁵ ?
HCM0703-R15-R	0.15	0.09	26.0	52.0	1.90	2.50	1610.3

- FLL minとは何か？
- K-factorとは何でどのように使用するか？
- 全温度運転とはどういう意味か？

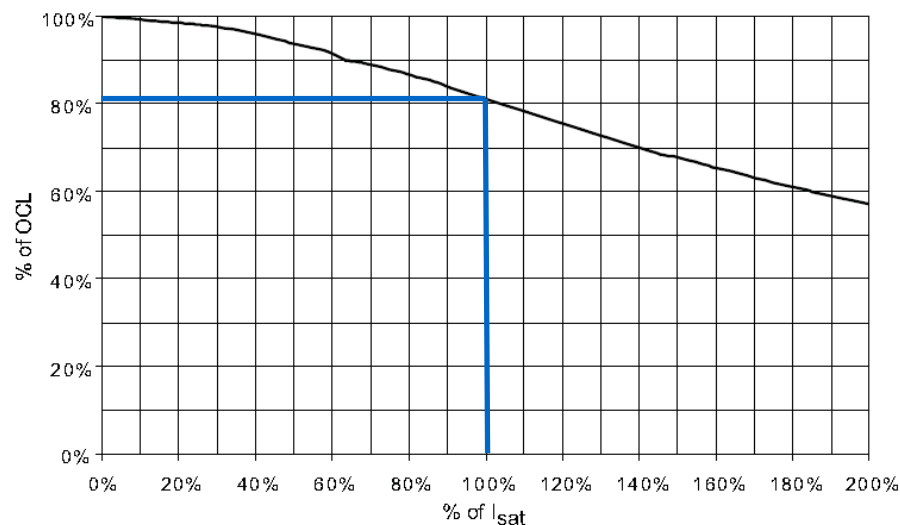


- オープン回路インダクタンス (OCL) : ゼロ負荷時の公称インダクタンス
試験パラメータ : 100kHz、0.25Vrms、0.0Adc、@+25° C.
- 全負荷インダクタンス (FLL) : 全負荷時の実際のインダクタンス。
試験パラメータ : 100kHz, 0.25Vrms, Isat @ +25° C.
インダクタンス値は負荷 (A) に依存する。

Inductance Characteristics

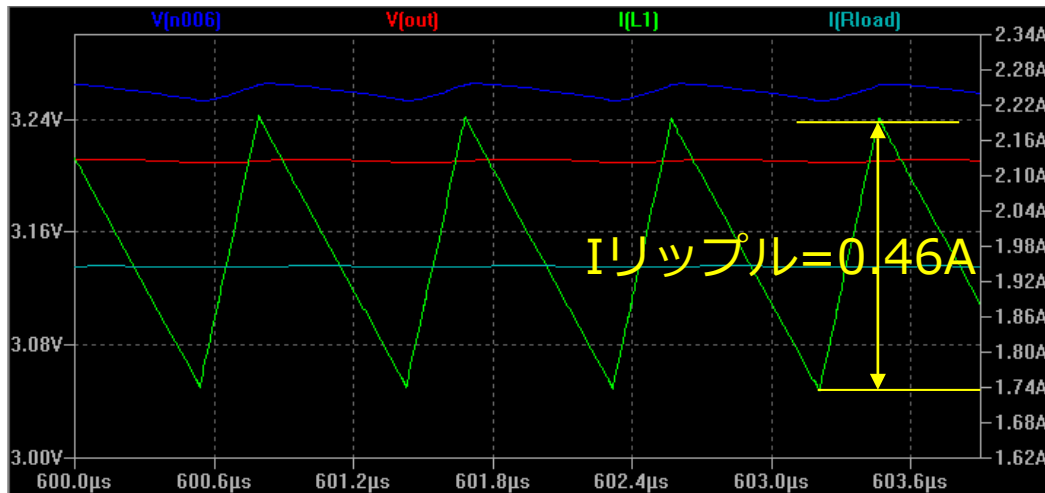
% of OCL vs % of Isat

- HCM0703-R15-Rの場合 の場合、最小インダクタンスは $0.15\mu\text{H} - 20\% = 0.12\mu\text{H}$
- 最悪その部品を可能な限り大きな電流で使した場合、インダクタンスは可能な最小インダクタンス $= 0.12\mu\text{H} \times 0.8 = 0.096\mu\text{H}$ の80%まで低下する可能性がある。
- 動作中にインダクタンスが減少する場合は、イリプルが大きくなり効率が低下する⇒回路設計で考慮する必要がある。

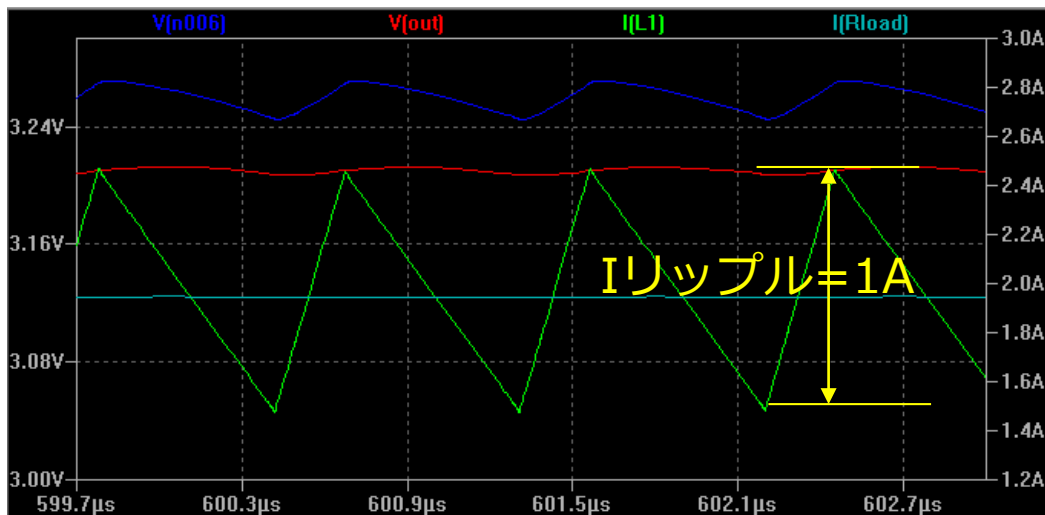




FLL min – 回路設計による影響



$L_o = 0.15\mu\text{H}$ - SPICEで
シミュレーション
リップル電流 : 0.46A



$L_o = 0.09\mu\text{H}$

- リップル電流 : 1A
- Voutリップルの方が大きい=>
出力コンデンササイズの
考慮が必要



アプリケーションの参照: POL (12VDCから3.3VDCへの電圧変換、最大出力 8 W)

1. インダクタンス値または OCL (μH) = $4.7\mu\text{H}$
2. 定格電流または I_{rms} (A) = 2A
3. 飽和電流 I_{sat} (A) = 2.3A $\Rightarrow$ $I_{\text{ripple}} = 0.6\text{A}$ (30% of I_{out})
4. 最大サイズ(mm) = 可能な限り小さく、最大高さ4mm
5. 動作温度範囲(C) = -40/+125C
6. SMTまたはTHT = SMT
7. スイッチング周波数(Hz) = 1MHz
8. EMIシールド(必要または不要) = 必須
9. パワーコンバータ IC: LTC8611

入力に基づいた4種類のインダクタ：



1. SD7030-5R0-R (7x7x3mm フェライト)



2. DRA73-4R7-R (7.6x7.6x3.6mm フェライト)



3. HCM0503-4R7-R (5x5x3mm 鉄粉)



4. HCMA0703-4R7-R (7x7x3mm 鉄粉)

4つのインダクタは、いずれも、その仕事をこなすことが期待できるでしょう。

製品番号	OCL ¹ ±20% (μH)	I _{rms} ² (A)	I _{sat} ¹³ (A)	I _{sat} ²⁴ (A)	DCR (Ω) @ +25 °C 基本	DCR (Ω) @ +25 °C 最大	K-Factor ⁵
DRA73-R33-R	0.29	8.42	14.8	11.8	0.0040	0.0048	636.5
DRA73-1R0-R	0.91	6.50	8.22	6.58	0.0067	0.0080	353.6
DRA73-1R5-R	1.36	5.39	6.73	5.38	0.0097	0.0117	289.3
DRA73-2R2-R	2.52	4.18	4.93	3.95	0.016	0.019	212.2
DRA73-3R3-R	3.18	3.59	4.35	3.48	0.022	0.026	187.2
DRA73-4R7-R	4.86	2.92	3.52	2.82	0.033	0.040	151.6

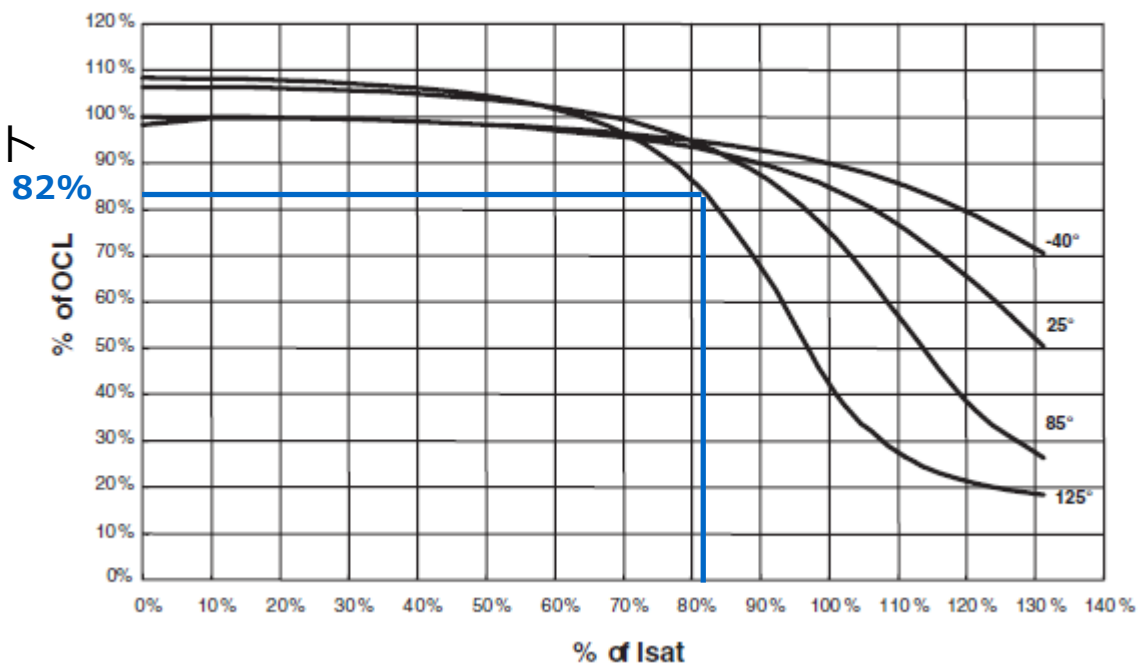
OCL vs Isat/DRA 73 series

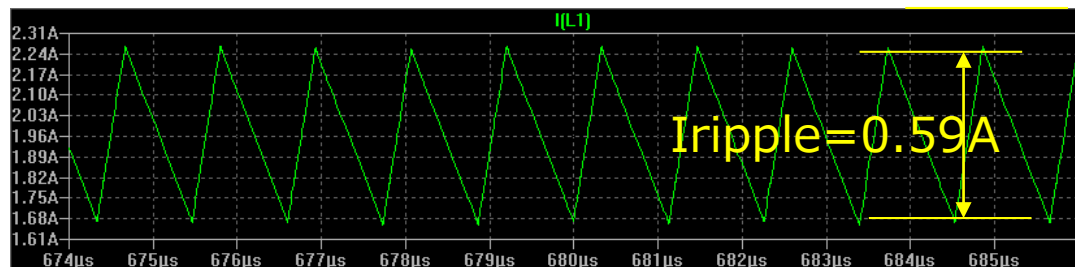
推定 I_{peak} = 2.3A

% of Isat = 100 x (2.3/2.82)
= 82%

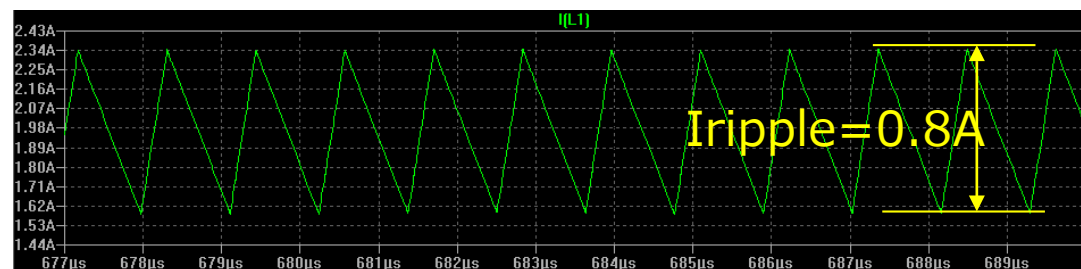
T_{amb} max = 125C – フェライト
インダクタンスは周辺温度に
大きく依存する

L_{min} = OCL_{min} x 82% =
4.86 x 0.8 x 0.82 = 3.2μH

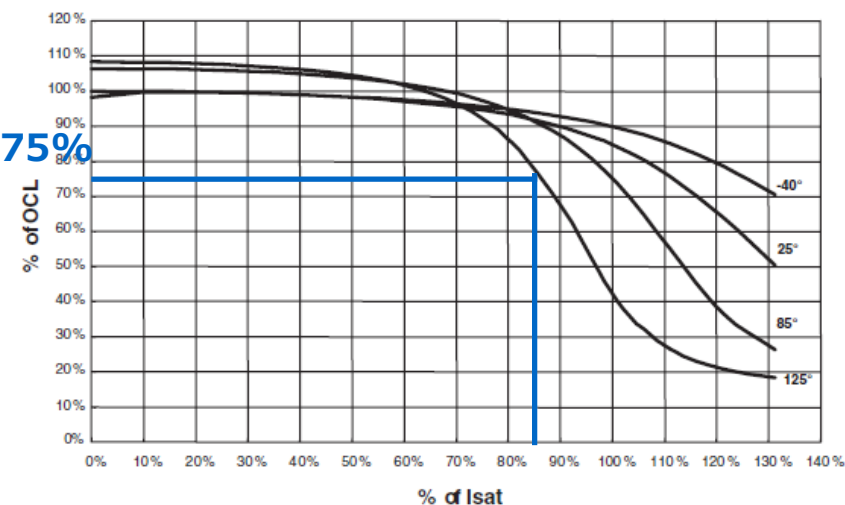




$L_o = 4.7\mu H$ – SPICEで
シュミレーション
リップル電流 = 0.59A



$L_{min} = 3.2\mu H$
リップル電流 = 0.8A
 $I_{peak} = 2.4A$



現実的な $I_{peak} = 2.4A$

$\text{Isat率} = 100 \times (2.4/2.82) = 85\%$

$T_{amb\ max} = 125C$

$L_{min} = OCL_{min} \times 98\% = 4.86 \times 0.8 \times 0.75 = 2.9\mu H$

The DRA73-4R7-Rは
この動作に適していません



効率と温度上昇 – HCMA0703-4R7-R

製品番号	OCL ¹ (μH) ± 20%	FLL ² (μH) minimum	I _{rms} ³ (A)	I _{sat} ⁴ (A)	DCR (mΩ) 基本 @ +20 °C	DCR (mΩ) 最大 @ +20 °C	K-factor ⁵
HCMA0703-R15-R	0.15	0.09	26	52	1.9	2.5	1044
HCMA0703-R22-R	0.22	0.13	23	40	2.5	2.8	986
HCMA0703-R47-R	0.47	0.28	17.5	26	4.0	4.2	580
HCMA0703-R68-R	0.68	0.41	15.5	25	5.0	5.5	455
HCMA0703-R82-R	0.82	0.49	13	24	6.7	8.0	439
HCMA0703-1R0-R	1.0	0.60	11	22	9.0	10	374
HCMA0703-1R5-R	1.5	0.90	9.0	18	14	15	366
HCMA0703-2R2-R	2.2	1.32	8.0	14	18	20	281
HCMA0703-3R3-R	3.3	1.98	6.0	13.5	28	30	252
HCMA0703-4R7-R	4.7	2.82	5.5	10	37	40	210

鉄粉素材 =>
温度範囲に渡って
安定したインダクタンス

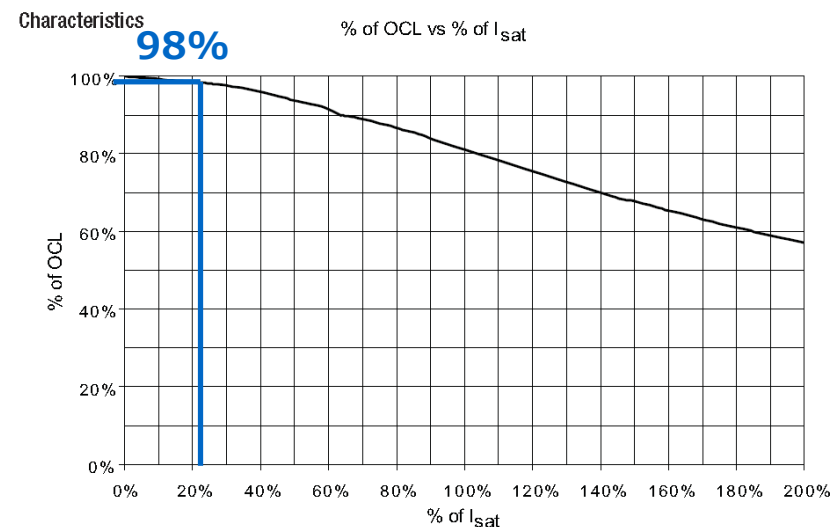
推定 I_{peak} = 2.3A

Isat率 = 100 x (2.3/10) = 23%

Tamb max = 125C –

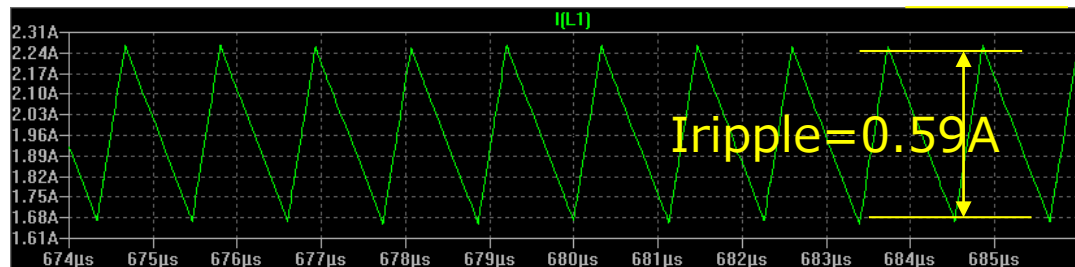
温度範囲に渡って安定したインダクタンス
インダクタンスディレーティングは不要

L_{min} = OCL_{min} x 98% = 4.7 x 0.8 x
0.98 = 3.68uH

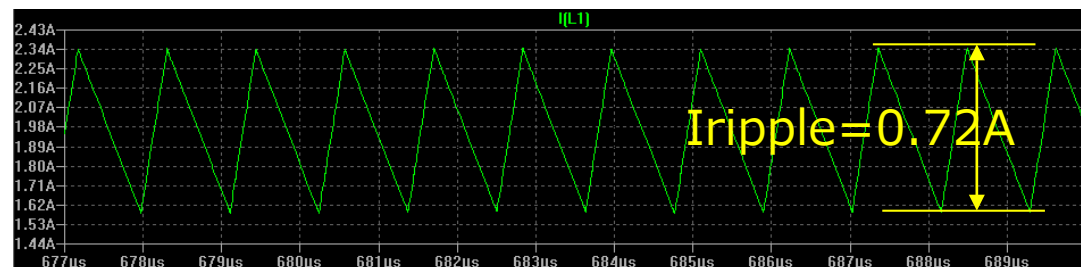




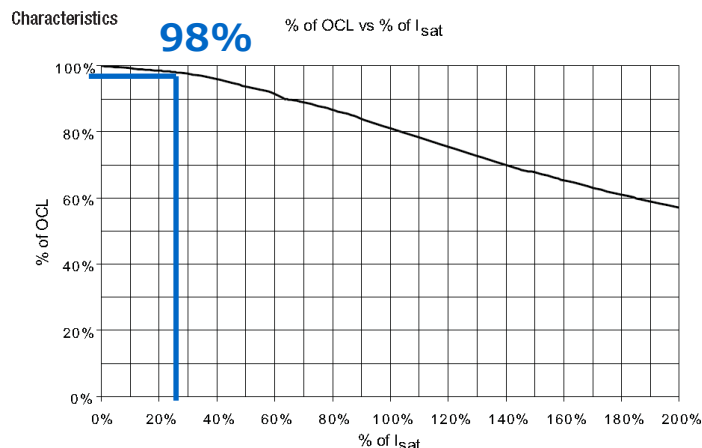
Lmin - 回路設計における影響



$L_o = 4.7\mu H$ - SPICEで
シュミレーション
リップル電流 = 0.59A



$L_{min} = 3.68\mu H$
リップル電流 = 0.72A
 $I_{peak} = 2.34A$



現実的な $I_{peak} = 2.34A$
 $\frac{I_{sat} \text{率}}{I_{sat} \text{率}} = 100 \times (2.34/10) = 23.4\%$
 $\frac{T_{amb} \text{ max}}{T_{amb} \text{ max}} = 125C$

$L_{min} = OCL_{min} \times 98\% = 4.7 \times 0.8 \times 0.98 = 3.68\mu H$

The HCM0703-4R7-R は動作に効果的でしょう

製品番号	素材	サイズ	インダクタンス (uH)	I _{rms} (A)	I _{sat} (A)	DCR (mΩ)
DRA73-2R2-R	フェライト	7.6 x 7.6 3.55(H)	2.2	4.18	4.93	19
HCM1A 0703-2R2-R	圧粉	7.1 x 6.8 3.0(H)	2.2	5.7	10.0	20
HCM1A 0703V2-2R2-R	圧粉	7.1 x 6.8 3.0(H)	2.2	5.0	10.0	18



同様のサイズの圧粉の平均

1. I_{rms} 20% 高い
2. I_{sat} 50% 高い

フェライト芯

DRA

グレード - 1

165°C

シールドドラム

幅広い
インダクタンス

最高効率



DRAQ

グレード- 1

165°C

シールドドラム

二重インダクタ
SEPIC トポロジー



圧粉

New

HCMA

グレード- 3

125°C

コーティング済み

最高の防錆

最高効率の
クラス



HCM1A

グレード- 1

155°C

コーティング済み

最高の防錆

高温度



HCM1A-V2

グレード- 1/0

155°C/180°C

非コーティング

防錆

高温度

最高のDCR

コスト効率



MPIA-V2

グレード- 3

125°C

熱成形

防錆

薄型

小型

コスト効率





標準 AEC-Q200 認定インダクタ



部品群	部品サイズ	インダクタンス範囲 (uH)	AEC-Q グレード
DRA73	7 x 7 x 4	0.33 – 1000	1 - 165C
DRA74	7 x 7 x 5	0.33 – 1000	1 - 165C
DRA124	12 x12 x 5	1 – 1000	1 - 165C
DRA125	12 x 12 x 6	1.5 – 1000	1 - 165C
DRA127	12 x 12 x 8	2.2 – 1000	1 - 165C
DRAQ75	7 x 7x 5	4.7 – 220	1 - 165C
DRAQ127	12 x 12 x 8	10 – 47	1 - 165C
HCMA0503	5 x 5 x 3	0.1 – 22	3 - 125C
HCMA0703	7 x 7 x 3	0.15 – 33	3 - 125C
HCMA1104	11 x 10 x 4	0.2 – 10	3 - 125C
HCMA1305	13 x 13 x 5	0.1 – 33	3 - 125C
HCMA1707	17 x 17 x 7	1.5 – 68	3 - 125C



標準 AEC-Q200 認定インダクタ



部品群	部品サイズ	インダクタンス範囲 (uH)	AEC-Q グレード
HCM1A4020 V2	4 x 4 x 2	0.1 – 10	1 – 155C
HCM1A0503 /V2	5 x 5 x 3	0.1 – 10	1 – 155C
HCM1A0703 /V2	7 x 7 x 3	0.15 – 33	1 – 155C
HCM1A0805 /V2	8 x 8 x 5	1.5 – 100	1 – 155C
HCM1A1104 /V2	10 x 10 x 4	1 – 47	1 – 155C
HCM1A1305 /V2	13 x 13 x 5	0.1 – 33	1 – 155C
HCM1A1307 /V2	13 x 13 x 7	0.47 – 56	1 – 155C
HCM1A1707 /V2	17 x 17 x 7	1.5 – 68	1 – 155C
HCM1A2213 /V2	22 x 22 x 13	1.5 – 68	1 – 155C
MPIA40-V2	4 x 4 x 1.2-2	0.1 – 22	3 – 125C
MPIA25-V2	2.5 x 2.0 x 1-1.2	0.33 - 4.7	3 – 125C

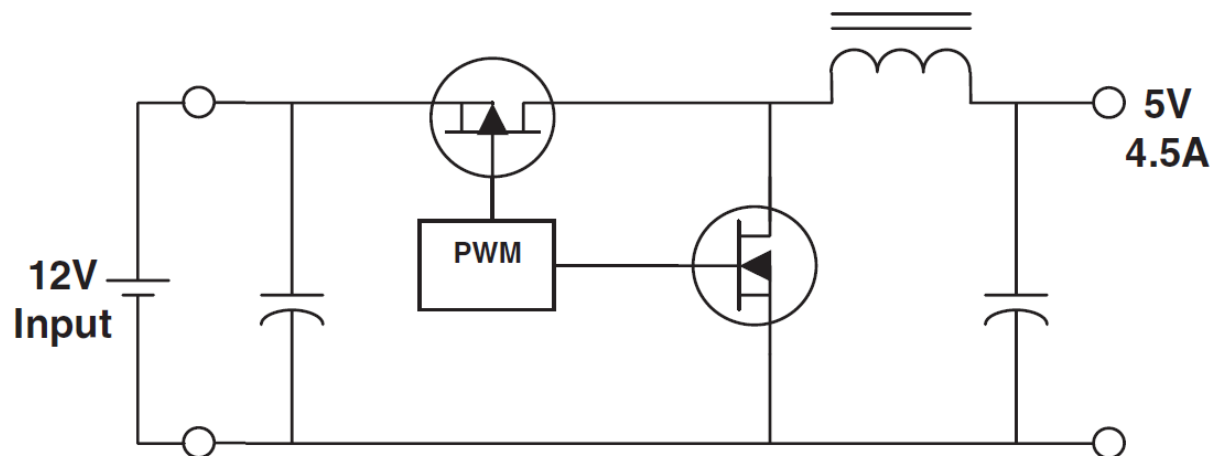
Cooper Busmannの高電流パワーインダクタのThe Eaton Coiltronics®ブランドは、高温鉄粉芯素材を使用する高密度、中電流アプリケーションのために設計されています。

これらのインダクタは、頻繁に鉄粉芯インダクタにみられる熱老化問題を起こしません。

実際、FP3芯の定格温度は200℃であり、熱劣化はありません。

FP3群は定格動作温度が155℃です。

以下の計算により、この耐高温度を活かすことが可能になります。



必要とするもの

1. インダクタンス

2. 損失

3. 温度上昇

この例では、負荷電流4.5Aで12V入力を5V出力に変換するために降圧レギュレータが使用されます。良好な効率を維持しつつ、フィルタ部品のサイズを小さくする為、動作周波数は600 kHzに選ばれました。コンバータは20%のリプル電流を持ち、スイッチング電源で一般的な、比較的低いESR出力フィルタ・キャパシタに使用されます。

$V_{in} = 12V$
 $V_{out} = 5V$
 $I_{out} = 4.5A$
 $Freq = 600KHz$
 $\Delta I = 20\%$

まず、必要なインダクタンス値を計算する

$V_L = L * \Delta I / dT$ where:

* Buck

- $V_L = V_{in} - V_{out}$ (インダクタにかかる電圧)
- $dT = (V_{out} / V_{in}) * (1 / SW-Freq[Hz])$

* Boost

- $V_L = V_{in(max)}$ (インダクタにかかる電圧)
- $dT = [1 - (V_{in} / V_{out})] * (1 / SW-Freq[Hz])$

$\Delta I =$ 上記で20%とする

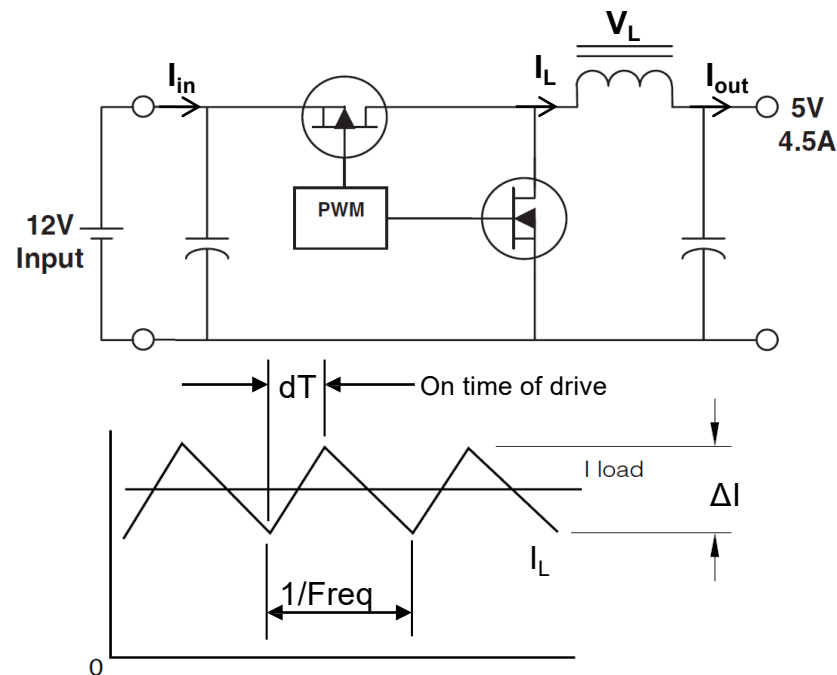
必要なインダクタンス値を計算する:

$$L = V_L * dT / \Delta I = (12-5) \times (5/12/600K) / (4.5 \times 20\%)$$

$$L = 5.4 \mu H$$

最も近い標準値として 4.7 μH , を選択

4.7 μH を使用して23% のリップル電流を再計算する



Part Number ⁶	DCR (Ω) @ +25 °C Typical	DCR (Ω) @ +25 °C Maximum	K-Factor ⁵
DRA124-R47-R	0.0024	0.0028	196.9
DRA124-1R0-R	0.0031	0.0038	140.7
DRA124-1R5-R	0.0049	0.0058	109.4
DRA124-2R2-R	0.0070	0.0090	89.5
DRA124-3R3-R	0.0090	0.011	75.7
DRA124-4R7-R	0.014	0.017	57.9

インダクタの全損失の計算 - フェライト

次に、ピーク・ツー・ピーク磁束密度 B_{p-p} を測定する

$$B_{p-p} = K * L * \Delta I \text{ where:}$$

K: 隣の表のKファクター

L: インダクタンス μH

ΔI : ピーク・ツー・ピークリップル電流(Amps)

$$B_{p-p} = (57.9) * (4.7) * (4.5 * 20\%) = 245 \text{ Gauss}$$

Part Number ⁶	DCR (Ω) @ +25 °C Typical	DCR (Ω) @ +25 °C Maximum	K-Factor ⁵
DRA124-R47-R	0.0024	0.0028	196.9
DRA124-1R0-R	0.0031	0.0038	140.7
DRA124-1R5-R	0.0049	0.0058	109.4
DRA124-2R2-R	0.0070	0.0090	89.5
DRA124-3R3-R	0.0090	0.011	75.7
DRA124-4R7-R	0.014	0.017	57.9

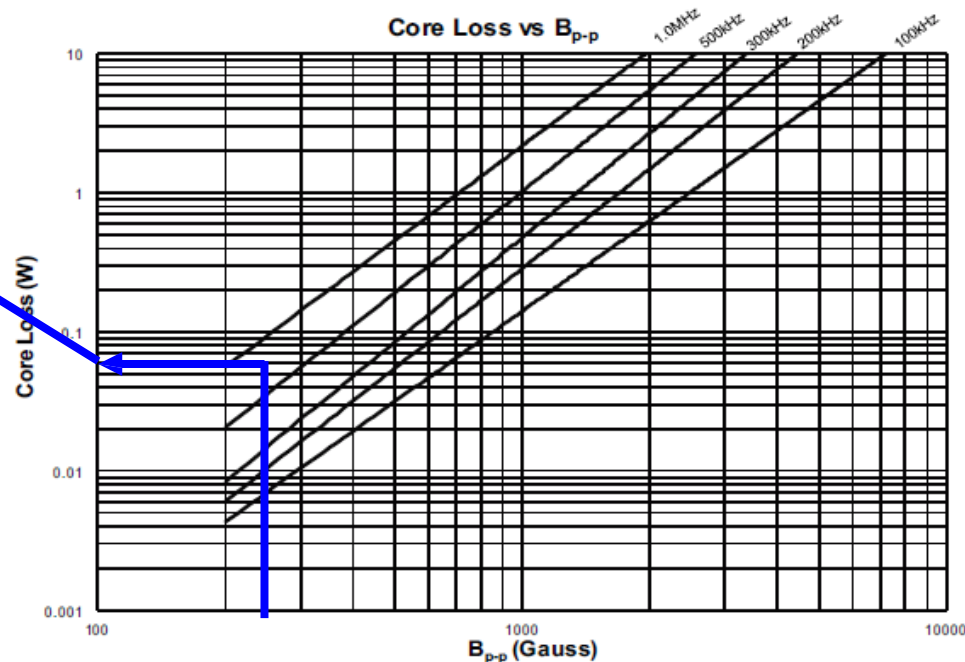
次にインダクタの全喪失を求める

$$\text{全喪失} = \text{AC 損失} + \text{DC 損失}$$

$$245 \text{ の } B_{p-p} \text{ での表からの AC loss} = 0.06 \text{ W}$$

$$\text{DC loss} = I^2 * \text{DCR} = 4.5^2 * 0.017 = 0.34 \text{ W}$$

$$\text{全喪失} = \text{AC 喪失} + \text{DC 喪失} = 0.4 \text{ W}$$





温度上昇の計算 - フェライト

最後に温度上昇を求める。

Total loss = 0.4W, 表を使用し、

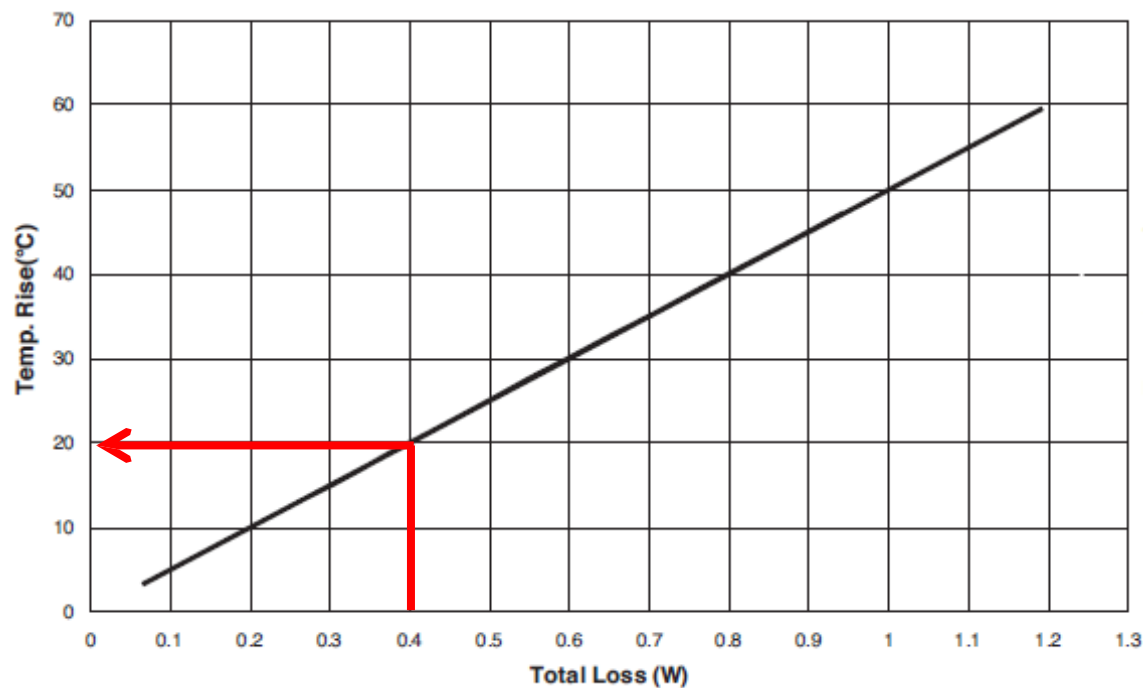
温度上昇は 20°C

周囲温度を70°Cと仮定した場合、

インダクタの温度は

$$T = 20^{\circ}\text{C} + 70^{\circ}\text{C} = 90^{\circ}\text{C}$$

*DRA124 Size : 12.5*12.5*4.5



次に、ピーク・ツー・ピーク磁束密度 B_{p-p} を測定する

$$B_{p-p} = K * L * \Delta I \text{ where:}$$

K: 隣の表のKファクター

L: インダクタンス μH

ΔI : ピーク・ツー・ピークリップル電流(Amps)

$$B_{p-p} = (175) * (4.7) * (4.5 * 20\%) = 740 \text{ Gauss}$$

Part Number ⁷	DCR (m Ω) typical @ +20 °C	DCR (m Ω) maximum @ +20 °C	K-factor ⁶
HCMA1104-3R3-R	10.8	11.8	220
HCMA1104-4R7-R	17	20	175
HCMA1104-100-R	27	30	116

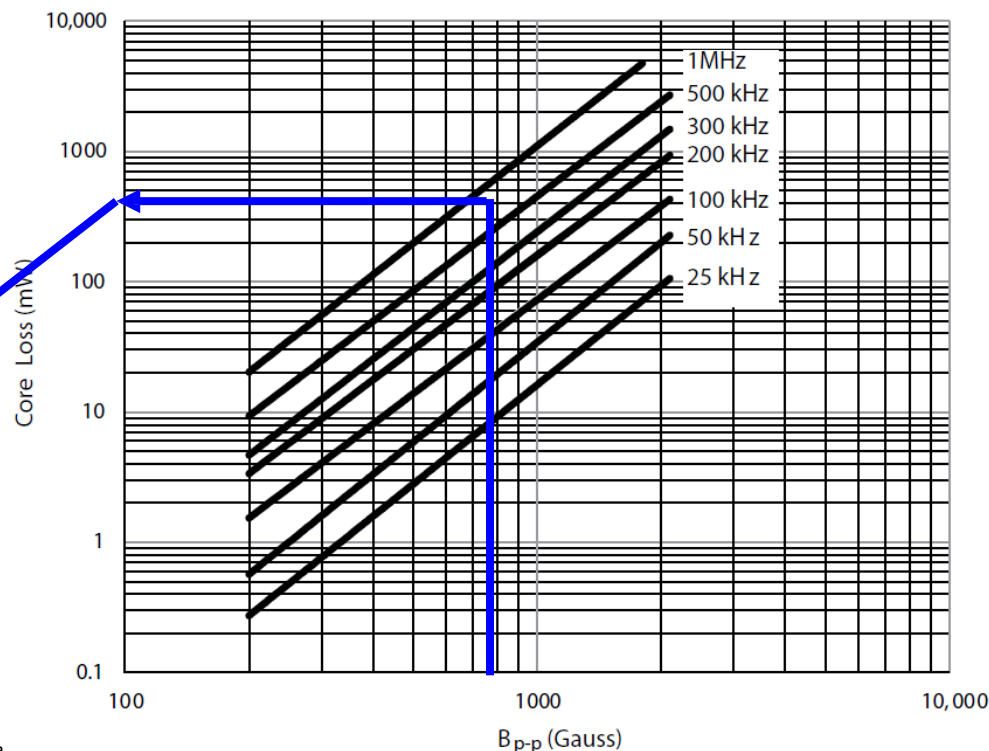
次にインダクタの全喪失を求める

$$\text{全喪失} = \text{AC 損失} + \text{DC 損失}$$

$$740 \text{ の } B_{p-p} \text{ での表からの AC loss} = 0.4 \text{ W}$$

$$\text{DC loss} = I^2 * \text{DCR} = 4.5^2 * 0.02 = 0.40 \text{ W}$$

$$\text{全喪失} = \text{AC 喪失} + \text{DC 喪失} = 0.8 \text{ W}$$





温度上昇の計算- 粉体

最後に温度上昇を求める。

Total loss = 0.8W, 表を使用し、

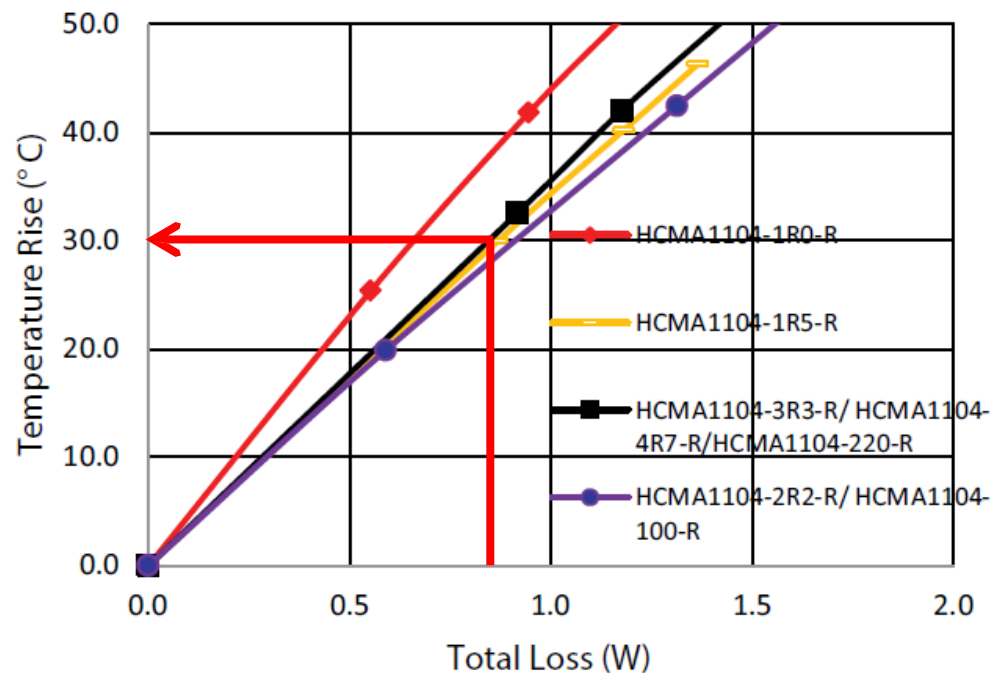
温度上昇は 30°C

周囲温度を70°Cと仮定した場合、

インダクタの温度は

$$T = 30^{\circ}\text{C} + 70^{\circ}\text{C} = 100^{\circ}\text{C}$$

*HCMA 1104 Size : 11.5*10.3*4.0





ツール / パラメトリック検索

Parametric Search Tool

Circuit Protection
Supercapacitors
Magnetics

Eaton Part Number
Partial Part Number is ok

OCL (uH) *

Isat (amps)

Irms (amps)

DCR (mohms)

Length (mm)

Width (mm)

Height (mm)

SEARCH

RESET

<https://www.eaton.com/us/en-us/products/electronic-components/parametric-search.html>

IC Matching Tool

1 Select IC Manufacturer

2 Select an IC / Demo Board / Evaluation Board

Search results:

Category	Eaton Part Number	Datasheet	Order Samples	SPICE Model	Application Primary	Application Secondary	OCL uH	Isat amp
Magnetics	DR125-330-R		sample	 	-	-	33	3.84
Magnetics	DR127-330-R		sample	 	High Voltage 2.5 Amp Buck Regulator	Integrated 75V, 2.5A N-Channel Buck Switch	33	6.22

<https://www.eaton.com/us/en-us/products/electronic-components/ic-matching.html>

Cross Reference Tool

Use this tool to find a cross to a competitor product or an alternative to an Eaton product.

Search results:



Category	Manufacturer	Manufacturer Part Number	Eaton Part Number	Datasheet	SPICE Model	Order Samples	OCL uH
Magnetics	Visay	IHLP-4040DZ-ER-470-M-11	HC8-470-R			sample	47.28
Magnetics	Visay	IHLP-2020CZ-ER-R47-M-01	HCM0503-R47-R			sample	0.47
Magnetics	Visay	IHLP-2020CZ-ER-1R5-M-11	HCM0503-1R5-R			sample	1.5
Magnetics	Visay	IHLP-2020CZ-ER-2R2-M-11	HCM0503-2R2-R			sample	2.2
Magnetics	Visay	IHLP-2020CZ-ER-3R3-M-11	HCM0503-3R3-R			sample	3.3
Magnetics	Visay	IHLP-2020CZ-ER-4R7-M-11	HCM0503-4R7-R			sample	4.7

<https://www.eaton.com/us/en-us/products/electronic-components/cross-reference.html>

ありがとうございました



Powering Business Worldwide